

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-309957

(43)Date of publication of application : 14.12.1989

(51)Int.Cl.

C23C 14/32

(21)Application number : 63-139663

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 06.06.1988

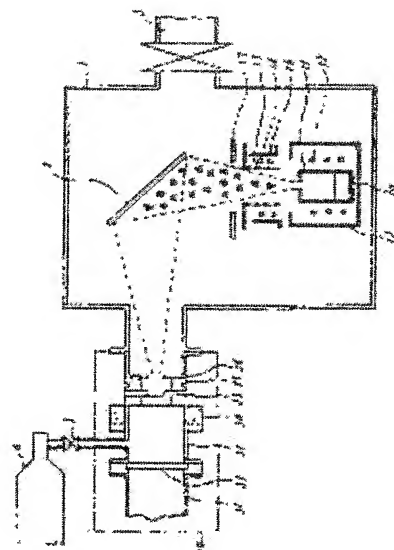
(72)Inventor : YAMAKAWA MASASHI

(54) THIN FILM-FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a good-quality thin compound film by allowing electrons accelerated by means of cyclotron resonance to collide with the molecules of a reactive gas to carry out ionization at the time of forming a thin film of the compound of a vapor deposition material and a reactive gas on a substrate by using the cluster ions of the vapor deposition material and the ions of the reactive gas.

CONSTITUTION: A crucible 11 in a vacuum tank 1 is heated by means of a heating filament 12 and a vapor deposition material 10, such as Ti, in the crucible is evaporated and formed into a cluster state, and then, a part of the clusters are ionized by means of electrons emitted from a filament 14 and are allowed to collide with a substrate 2 together with neutral clusters. On the other hand, an N₂ gas from an N₂ gas cylinder 4 is supplied into a cavity resonator 32 in a gas ion generator 30, and the molecules of the N₂ gas are ionized by means of electrons formed by allowing microwaves propagated through a waveguide 31 to resonate in the cavity resonator 32 and applying cyclotron resonance and are accelerated by an accelerating electrode 36 and then allowed to collide against the substrate 2, by which a high-purity thin TiN film can be formed on the substrate 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-309957

⑤Int. Cl.⁴
C 23 C 14/32

識別記号 庁内整理番号
8520-4K

④公開 平成1年(1989)12月14日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 薄膜形成装置

⑮特 願 昭63-139663

⑯出 願 昭63(1988)6月6日

⑰発明者 山 川 正 志 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
伊丹製作所内

⑱出 願 人 三 菱 電 機 株 式 会 社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑲代 理 人 弁 理 士 大 岩 増 雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

薄膜形成装置

2. 特許請求の範囲

所定の真空度にした真空槽の内部で基板の表面に向けて蒸着物質のクラスター・イオンと反応性ガスのイオンとを射突させて上記基板の表面に上記蒸着物質と上記反応性ガスとの化合物薄膜を形成するものにおいて導波管の一端に直結しかつ直接磁界中においた空胴共振器の内部に上記反応性ガスを導入すると共に上記導波管を伝播したマイクロ波を上記空胴共振器で共振させてサイクロトロン共鳴により加速した電子を上記反応性ガスの分子に衝突させてイオン化し上記反応性ガスのイオンを引き出し加速するガスイオン発生器を上記真空槽に付設したことを特徴とする薄膜形成装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は例えば金属のクラスター・イオンとサイクロトロン共鳴により加速した電子を反応性ガ

スの分子に衝突させてイオン化した反応性ガスのイオンとを基板の表面に射突させて化合物薄膜を形成する薄膜形成装置に関するものである。

(従来の技術)

従来、基板の表面に窒化チタン(TiN)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、炭化珪素(SiC)などの化合物薄膜を形成するにはスパッタリング法、ケミカル・ベイパ・デポジション法あるいはデュアル・イオン・ビーム法による薄膜形成装置を使用していた。第2図は例えば特願昭61-255848号明細書に記載したデュアル・イオン・ビーム法による従来の薄膜形成装置を示す模式図である。図において(1)は真空槽、(2)はこの真空槽の内部に定置した基板、(3)は上記真空槽(1)を排気する真空排気系、(4)は反応性ガスを充満したガスボンベ、(5)はこのガス・ボンベを開閉するバルブ、(6)は上記基板(2)の表面に形成する化合物薄膜を組成する蒸着物質、(7)はこの蒸着物質を容れる坩堝、(8)はこの坩堝に衝突させて加熱する電子を放出する加熱フィラメント、(9)はこの加熱フィラメントを遮蔽する熱遮

特開平 1-309957(2)

基板、00は上記蒸着物質00のクラスタに衝突させる電子を放出するフィラメント、01はこのフィラメントから電子を引き出し加速する引き出し電極、02は上記フィラメント00を遮蔽する熱遮蔽板、03は上記蒸着物質00のクラスタをイオン化したクラスタ・イオンを加速する加速電極、(21)は上記ガス・ボンベ(4)に充填した反応性ガスを噴射させる噴射ノズル、(22)はこの噴射ノズルから噴射した反応性ガスの分子に衝突させる電子を放出するフィラメント、(23)はこのフィラメントから電子を放出させる引き出し電極、(24)は反応性ガスのイオンを加速する加速電極、(25)は上記噴射ノズル(24)と上記フィラメント(22)と上記引き出し電極(23)とを遮蔽する内部槽である。

次に動作について説明する。真空槽(1)の内部を真空排気系(3)により排気して 1×10^{-4} Torr程度の真空度にしたのちバルブ(5)を開いてガス・ボンベ(4)に充填した反応性ガスを流量調整しながら噴射ノズル(21)から噴出させ真空槽(1)の内部のガス圧を $10^{-4} \sim 10^{-3}$ Torr程度にする。次にフィラメント

(22)を加熱して引き出し電極(23)で引き出した電子を反応性ガスの分子に衝突させて解離しその原子を励起またはイオン化する。この反応性ガスのイオンを加速電極(24)で加速して基板(2)の表面に向けて射突させる。一方、加熱フィラメント(22)の加熱により放出した電子を増幅(01)に衝突させて加熱すると増幅(01)の中の蒸着物質00が蒸発する。増幅(01)の中の蒸気圧が数Torrになると蒸着物質の蒸気が増幅(01)のノズルから噴射しその噴射の際の断熱膨張により過冷却状態となって凝縮し蒸着物質のクラスタ(塊状原子集団)が形成される。このクラスタにフィラメント(22)の放出する電子を引き出し電極(23)で加速して衝突させその一部をイオン化してクラスタ・イオンとなし加速電極(24)で加速してイオン化していない中性のクラスタと共に基板(2)の表面に向けて射突させる。この蒸着物質のクラスタおよびクラスタ・イオンは基板(2)の表面とその近傍に存在する反応性ガスの励起原子やイオンと衝突して化学反応を起こし基板(2)の表面に化合物薄膜を形成する。

〔発明が解決しようとする課題〕

デュアル・イオン・ビーム法による従来の薄膜形成装置は以上のように構成されているので電子を放出するフィラメント(22)と内部槽(25)を加熱すると反応性ガスと化学反応を起して不純物ガスを発生しこの不純物ガスが反応性ガス中に混在して基板(2)の表面に形成する化合物薄膜の性質に影響を及ぼし良質の化合物薄膜を形成することができないと云う解決すべき課題があった。

この発明は上記のような課題を解決するためになされたものであって不純物ガスを発生することなく基板の表面に良質の化合物薄膜を形成することのできる薄膜形成装置を得ることを目的とする。
(課題を解決するための手段)

この発明に係る薄膜形成装置は所定の真空度にした真空槽の内部で基板の表面に向けて蒸着物質のクラスタ・イオンと反応性ガスのイオンとを射突させて基板の表面に蒸着物質と反応性ガスとの化合物薄膜を形成するものにおいて導波管の一端に直結しかつ直流磁界中においた空胴共振器の内

部に反応性ガスを導入すると共に導波管を伝播したマイクロ波を空胴共振器で共振させてサイクロトロン共振により加速した電子を反応性ガスの分子に衝突させてイオン化し反応性ガスのイオンを引き出し加速するガスイオン発生器を真空槽に付設したものである。

〔作用〕

この発明においてはガス・イオン発生器が空胴共振器に導入した反応性ガスをイオン化しその反応性ガスのイオンを引き出し加速して真空槽の内部にある基板の表面に射突させる。

〔発明の実施例〕

第1図はこの発明の一実施例を示す模式図であり(1)～(5)、00～03は上記従来の薄膜形成装置と同一または相当のものである。(30)はガスイオン発生器であってサイクロトロン共振により加速した電子を反応性ガスの分子に衝突させてイオン化しプラズマを形成して反応性ガスのイオンを引き出し加速する。(31)はマイクロ波の伝播する導波管、(32)はマイクロ波を共振させる空胴共振器、(33)

特開平 1-309957 (3)

はこの空洞共振器と上記導波管(31)とを仕切る石英板、(34)は上記空洞共振器(32)の軸線方向に直流磁界をかける永久磁石、(35)は上記空洞共振器(32)の内部に形成した反応性ガスのプラズマからイオンを引き出し電極、(36)は上記空洞共振器(32)から引き出した反応性ガスのイオンを加速する加速電極、(37)はこの加速電極と上記引き出し電極(35)とを電気絶縁する絶縁体である。

次に動作について説明する。真空槽(1)の内部を真空排気系(2)により排気して 1×10^{-6} Torr程度の真空度にしたのちバルブ(5)を開いてガス・ボンベ(4)に充填した反応性ガスを流量調整しながら空洞共振器(32)の内部に導入しそのガス圧を 1×10^{-4} Torr程度にする。空洞共振器(32)には永久磁石(34)による直流磁界が空洞共振器(32)の軸線方向にかかっているので空洞共振器(32)の内部に存在する電子はその磁界に垂直方向の面内で一定周期の回転運動をしている。導波管(31)を伝播したマイクロ波が空洞共振器(32)で共振しその共振周波数と電子の回転周期が一致すると電子はこの共振

周波数のマイクロ波のエネルギーを吸収して加速しその軌道半径を増大するサイクロトロン共振の現象を呈する。この加速して軌道半径を増大した電子は反応性ガスの分子に衝突してイオン化し空洞共振器(32)の内部に高密度のプラズマを形成する。引き出し電極(35)によりこのプラズマから反応性ガスのイオンを引き出し加速電極(36)で加速して真空槽(1)の内部に定置した基板(3)の表面に向けて射突させる。一方加熱フィラメント(8)を加熱し放出した電子を増幅(9)に衝突させて加熱すると増幅(9)の中の蒸着物質(10)が蒸発する。増幅(9)の中の蒸着物質が数Torrになると蒸着物質の蒸気が増幅(9)のノズルから噴射しその噴射の際の断熱膨張により過冷却状態となって凝縮し蒸着物質のクラスター(塊状原子集団)が形成される。このクラスターにフィラメント(8)の放出する電子を引き出し電極(4)で加速して衝突させその一部をイオン化してクラスター・イオンとなし加速電極(37)で加速してイオン化していない中性のクラスターと共に基板(3)の表面に向けて射突させる。この蒸着物質のクラスターお

よびクラスター・イオンは基板(3)の表面とその近傍に存在する反応性ガスのイオンと衝突して化学反応を起こし基板(3)の表面に化合物薄膜を形成する。

なお上記実施例においては反応性ガスを非腐食性としこの反応性ガスの接触する空洞共振器(32)の内面に防食手段をとっていないが空洞共振器(32)の内面にグラファイトコーティングを施すかあるいは空洞共振器(32)に内接してバイレックス管を設けることにより腐食性の反応性ガスを導入することができる。

〔発明の効果〕

この発明は以上説明したとおり所定の真空度にした真空槽の内部で基板の表面に向けて蒸着物質のクラスター・イオンと反応性ガスのイオンとを射突させて基板の表面に蒸着物質と反応性ガスとの化合物薄膜を形成するものにおいて導波管の一端に直結しかつ直流磁界中においた空洞共振器の内部に反応性ガスを導入すると共に導波管を伝播したマイクロ波を空洞共振器で共振させてサイクロトロン共振により加速した電子を反応性ガスの分

子に衝突させてイオン化し反応性ガスのイオンを引き出し加速するガスイオン発生器を真空槽に付設したので不純物ガスを発生することなく基板の表面に良質の化合物薄膜を形成することができると云う効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を示す模式図、第2図はデュアル・イオン・ビーム法による従来の薄膜形成装置を示す模式図である。

図において(1)は真空槽、(2)は基板、(3)は真空排気系、(4)はガスボンベ、(5)はバルブ、(6)は蒸着物質、(7)は増幅、(8)は加熱フィラメント、(9)はフィラメント、(10)は引き出し電極、(11)は加速電極、(12)はガスイオン発生器、(13)は導波管、(14)は空洞共振器、(15)は石英板、(16)は永久磁石、(17)は引き出し電極、(18)は加速電極、(19)は絶縁体である。

なお各図中同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

特開平1-309957(4)

